

**Auswirkungen mehrfachen Besatzes von
Maus, Kaninchen und Schwein mit
Ornithodoros moubata (Murray, 1877)**

Siegfried Seubert

1978



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553810_0042

DISSERTATIONS- UND FOTODRUCK FRANK oHG
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

Aus dem Institut für Vergleichende Tropenmedizin und Para-
sitologie des Fachbereichs Tiermedizin der Universität
München

Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. J. Boch

Auswirkungen mehrfachen Besatzes von
Maus, Kaninchen und Schwein mit
Ornithodoros moubata (Murray, 1877)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Tiermedizin der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Siegfried Seubert
aus
Unterwössen
München 1978

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs
Tiermedizin der Universität
München

Dekan: Prof. Dr. H. Kräußlich
Referent: Prof. Dr. Dr. h.c. J. Boch
Korreferent: Prof. Dr. H.-H. Reichenbach-Klinke

Tag der Promotion: 28. Juli 1978



Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	1
II. Biologie von Ornithodoros moubata und immunbiologische Wechselbeziehungen zwischen Zecken und ihren Wirten (anhand der Literatur)	2
III. Eigene Untersuchungen	
A. Material und Methoden	6
B. Ergebnisse	
1. Saugdauer	10
2. Gewichtszunahme	13
3. Aufgenommene Blutmenge	15
4. Blutkonzentration	19
5. Häutung und Oviposition	20
6. Hautreaktionen	21
IV. Besprechung der Ergebnisse	22
V. Zusammenfassung und Summary	27
VI. Literaturverzeichnis	29

Lebenslauf

I. Einleitung

Kenntnisse über die Wechselbeziehungen zwischen Ektoparasiten und ihren Wirtstieren sind bedeutsam für die Bekämpfung der Schmarotzer. Spezielle Untersuchungen über Abwehrreaktionen gegenüber mehrmaligem Zeckenbesatz wurden bisher fast ausschließlich mit Schildzecken durchgeführt; hier war durch die relativ lange Blutaufnahme eine direkte gegenseitige Einflußnahme eher zu erwarten als bei Lederzecken. Da *Ornithodoros moubata* Höhlen- bzw. Nestbewohner ist und so mit dem täglichen Befall des an seinen Rastplatz zurückkehrenden Wirtstieres zu rechnen ist, sind Reaktionen des Wirtes auf den wiederholten Befall mit dieser Lederzecke zu erwarten.

Es sollte daher bei verschiedenen Versuchstieren nachgeprüft werden, ob sich bei wiederholtem Besatz mit *O. moubata* Abwehrmechanismen ausbilden.

II. Biologie von Ornithodoros moubata und immunbiologische Wechselbeziehungen zwischen Zecken und ihren Wirten (anhand der Literatur)

Ornithodoros moubata, eine Zecke aus der Familie Argasidae, ist über weite Teile Ost-, Zentral- und Südafrikas verbreitet. Als höhlenbewohnende Lederzecke befällt sie vornehmlich Warzenschweine, aber auch bei Auftreten in menschlichen Behausungen den Menschen und seine Haustiere (HOOGSTRAAL, 1956). Sie ist von veterinärmedizinischem Interesse als Vektor der afrikanischen Schweinepest (PLOWRIGHT, PERRY und CREIG, 1974) und erlangt epidemiologische Bedeutung als Überträger von *Borrelia duttoni*, dem Erreger des afrikanischen Rückfallfiebers (ARTHUR, 1961).

Die Entwicklung von *O. moubata* ist sehr genau untersucht worden. Weibliche Adulte werden entweder vor oder nach dem Saugakt von männlichen Zecken begattet. Bei der Copula sind die Ventralflächen beider Zecken einander zugewendet; das Männchen führt nach Reizung des weiblichen Genitale seine in einer Kapsel (Spermatophor) eingehüllten Spermien in die weibliche Geschlechtsöffnung ein. 5 - 25 Tage nach der letzten Blutmahlzeit (bei einer Temperatur von 30° C nach 6 - 9 Tagen) legt das Weibchen die Eier ab. Die Anzahl der Eier pro Gelege schwankt zwischen 10 und über 300. Ungefähr 8 Tage (bei 30° C) nach der Eiablage sprengt die Larve die Eihülle, bleibt aber dann bis zur Häutung zum ersten Nymphenstadium in Ruhe und nimmt auch kein Blut auf. 3 - 5 Tage später häutet sich die Larve zur Nymphe I. Nach 3 - 12 Tagen sind die Nymphen I fähig, Blut zu saugen. Nach der Blutmahlzeit benötigen die Nymphen eine Ruhepause von ca. 8 Tagen, bis sie sich zum nächsten Nymphenstadium häuten. Es treten 3 - 5 Nymphenstadien auf, die vor der folgenden Häutung jeweils Blut saugen. Nach dem 3. - 5. Nymphenstadium findet die Häutung zur adulten Zecke statt. Die Befruchtung des Weibchens erfolgt oft unmittelbar nach der Häutung.

Die durchschnittliche Saugdauer liegt beim ersten Nymphenstadium bei 25 (13 - 87) Minuten. Zweite und dritte Nymphen benötigen 11 - 54 und vierte Nymphen 17 - 53 Minuten für eine Blutmahlzeit (HOOGSTRAAL, 1956).

Das Gewicht der aufgenommenen Blutmenge einer adulten *O. moubata* gibt ARTHUR (1961) mit 88,5 mg an. Die Gewichtszunahme bei einem Saugakt liegt aber unter dem Gewicht der tatsächlich aufgenommenen Blutmenge, weil *O. moubata* beim Blutsaugen und danach durch ein Kammersystem, das bei den Coxen I Öffnungen nach außen hat (Coxaldrüsen), relativ große Mengen Flüssigkeit ausscheidet. Dadurch wird das Wirtsblut im Zeckendarm eingedickt. Die Blutkonzentration in der Zecke kann so stark sein, daß Hämoglobin in Kristallform im Zeckendarm vorliegt (SMIT und Mitarb., 1977).

Die Auswirkungen mehrfachen Besatzes von Wirtstieren mit Zecken der Familie Ixodidae auf Wirt und Zecke waren Gegenstand zahlreicher Untersuchungen.

TRAGER (1939) konnte nachweisen, dass Meerschweinchen nach wiederholtem Besatz mit Larven von *Dermacentor variabilis* Hautreaktionen zeigen, die den Larven ein Vollsaugen unmöglich machen. Larven von *Boophilus microplus*, die an bereits infestierten Rindern saugten, verursachten 48 Stunden nach dem Befall abgegrenzte örtliche Ödeme mit intensiver Zellinfiltration (hauptsächlich mit eosinophilen Granulozyten). Dagegen zeigten erstmals befallene Tiere neben typischer Zellnekrose in der unmittelbaren Nachbarschaft der Mundwerkzeuge Blutungen in der Haut. Die leukozytäre Infiltration war nur oberflächlich, und polymorphkernige Zellen herrschten vor (RIEK, 1962).

Oberflächliche Ödeme und Hautwucherungen können die Zecke einhüllen, so daß sie in die Haut des Wirtes eingewachsen zu sein scheint (ARTHUR, 1961). Die Art der infiltrierenden Zellen ist möglicherweise von der befallenen Tierspezies und der saugenden Zecke abhängig. THEIS und BUDWEISER (1974) fanden bei histologischer Untersuchung der Ansatzstellen von *Rhipicephalus sanguineus* am Hund in den Ödemen kaum eosinophile, jedoch zahlreiche neutrophile Granulozyten. Auch nach mehrmaligen Infestationen konnten sie keine Immunität gegen *R. sanguineus* feststellen; die Zecken saugten sich immer voll. Hautreaktionen gelten als Antwort des Wirtes auf eine Sensibilisierung durch Antigene im Zeckenspeichel.

TRAGER (1939) erzielte durch Injektion von Speicheldrüsenhomogenisaten bei Meerschweinchen die Bildung spezifischer, mit der KBR nachweisbarer Antikörper; dasselbe erreichte er allerdings auch durch Verimpfen von Larvenextrakten. Diese künstlich erzeugte Immunität ließ sich ferner durch Verabreichung von Hyperimmunserum auf bisher noch nicht von Zecken befallene Tiere übertragen.

Auch die passive Immunisierung von Kälbern gegen einen Befall mit *Boophilus microplus* mit Serum hochimmuner Rinder erbrachte eine gegenüber den Kontrolltieren deutlich verminderte Anzahl vollgesogener Zecken. Die passive Immunität war jedoch erheblich weniger effektiv als die aktiv erworbene der Serumspender (ROBERTS und KERR, 1976). Spezifische Antikörper gegen *Hyalomma anatolicum excavatum* und *Rhipicephalus sanguineus* konnten WEILAND und EMOKPARE (1968) nach mehrmaligem Besatz von Kaninchen in der KBR mit Speicheldrüsenantigen nachweisen. KÖHLER und Mitarb. (1967) erhielten ähnliche Ergebnisse bei zeckenbefallenen Kaninchen mit Hilfe der Immunelektrophorese, der Immunodiffusion und der Immunofluoreszenz. Die Auswirkungen einer Immunität auf Zeckeninfestationen reichen vom Absterben der Parasiten (RIEK, 1962), weil sie durch die starke Hautreaktion vom Blutsaugen abgehalten werden, bis zu einer verringerten Gewichtszunahme, zu verzögerter Weiterentwicklung und verminderter Oviposition (TRAGER, 1939; KÖHLER und Mitarb., 1967).

Als wesentliches auslösendes Moment für die Immunitätsbildung gilt die lange Saugdauer der Ixodiden (BALASHOV, 1972). Die Schildzecken bleiben für 7 - 14 Tage in intensivem Kontakt mit ihrem Wirt und injizieren während dieser Zeit große Mengen Speichel als Antigen. Argasiden hingegen saugen als Adulte und als Nymphen (3 - 6 Nymphenstadien) jeweils nur 30 - 120 Minuten. Auch die Adulten nehmen mehrfach Blut auf (HOOGSTRAAL, 1956). Ähnlich ist das Saugverhalten bei den blutsaugenden Dermanyssiden. Diese meistens Geflügel und kleine Säuger befallende Laufmilben saugen wiederholt kurzzeitig Blut und ziehen sich dann an ihren Ruheplatz auf oder in unmittelbarer Nähe der Wirtstiere zurück.

MATHYSSE, JONES und PURNASIRI (1974) untersuchten die Wechselbeziehungen zwischen Ornithonyssus sylviarum und seinem Wirt. Sie konnten an infestierten Hühnern durch Verimpfen eines aus Milbenhomogenisat hergestellten Antigens künstlich Hautreaktionen hervorrufen und spezifische Antikörper im Blut befallener Tiere mit Hilfe der Agargelddiffusion nachweisen. Hielt der Milbenbefall länger an, ging die Milbenpopulation erheblich zurück. Hautreaktionen wurden auch beim Menschen bei Befall mit Ornithonyssus bacoti von SHELMIER und DOVE (1931) und LOWELL (1946) sowie mit Dermanyssus gallinae von PAVLOVSKII und STEIN (1933) beschrieben.

Wirtsreaktionen auf wiederholten Argasidenbefall sind bisher kaum beschrieben. BALASHOV (1972) hält die Saugdauer für das ausschlaggebende Kriterium und meint, es sei für kurzsaugende Argasiden unwichtig, ob ein Wirtstier einmal oder wiederholt befallen werde. Abwehrmechanismen von Wirbeltieren nach Sensibilisierung mit Speichel blutsaugender Arthropoden seien nur bei langsaugenden Ixodiden und einigen Larven von Argasiden wirksam. Während PFLUGFELDER (1977) bei Afrikanern nach wiederholtem Befall mit Ornithodoros moubata eine Immunität annimmt, sowie COUDERT, BATTESTI und DEPEIGNES (1972) schwere Anaphylaxie nach einem Argas reflexus-Biß beschreiben, konnte TRAGER (1940) bei seinen wiederholt mit Argasiden besetzten Versuchstieren keine Reaktionen feststellen. Beim Ansatz von Argas persicus an Hühner saugten sich auch bei mehrfacher Infestation der gleichen Körperstellen ebensoviele Zecken voll wie beim ersten Besatz; lediglich die Zahl der Larven war nach mehrmaligem starkem Besatz vermindert. Es gelang ihm nicht, Hautreaktionen künstlich zu erzeugen und Antikörper mit der KBR nachzuweisen. Auch bei wiederholt mit Ornithodoros venezuelensis besetzten Meerschweinchen saugten sich stets gleich viel Zecken voll. Die Diskussion dieser Arbeit schließt TRAGER (1940) mit dem Satz: "Eine experimentelle Demonstration einer wahren Immunität gegen kurzzeitig blutsaugende Arthropoden, d.h. eines Immunmechanismus, der sie wirklich von der Futteraufnahme abhält, wäre sehr interessant und wichtig."

III. Eigene Untersuchungen

A. Material und Methoden

Als Ausgangsmaterial für meine Versuche benützte ich 150 ungesogene Adulte und 300 ungesogene Nymphen IV eines ostafrikanischen Stammes von *Ornithodoros moubata*. Die Zecken werden seit mehreren Jahren im Labor gezüchtet. Die Haltung der Zecken zwischen den Fütterungsversuchen erfolgte in Rollrandgläschen (43 mm hoch und 30 mm $\varnothing$), die mit Wattestopfen verschlossen wurden. Die konstante Luftfeuchte von 55% erreichte ich durch eine gesättigte Lösung von K_2CO_3 nach WINSTON und BATES (1960) in Exsikkatoren. In diesen wurden die Gläschen auf Siebplatten über der Lösung aufbewahrt. Die Exsikkatoren standen bei einer Temperatur von $29 \pm 1^\circ C$ im Brutschrank. Die Konstanz des Klimas kontrollierte ich mit Haarhygrometern und Thermographen.

Wirtstiere bei meinen Versuchen waren 60 NMRI-Mäuse, Bastardkaninchen und DVL-Schweine. Die Schweine wurden je nach Größe einzeln oder zu mehreren in Boxen, die Kaninchen einzeln und die Mäuse zu je 10 in Makrolon[®]-Käfigen gehalten. Die Schweine erhielten Mastfutter, Milch und Wasser, die Nager Standardfutter (Altromin-Haltungsdiät) und Wasser nach Belieben.

Die Zeckenfütterung geschah je nach Entwicklungsstadium der Zecken und nach Wirtstier auf verschiedene Methoden. Zur Fütterung von Nymphen I verwendete ich Mäuse. Sie wurden mit Nembutal[®], einem Barbiturat, narkotisiert (3 mg/100 g Kgw.). Nach dem Scheren der Bauchseite klebte ich die Mäuse in Rückenlage auf kleine Plastiktablets, die so glatt sind, daß eventuell übersehene Zecken den Rand nicht übersteigen können. Dann stülpte ich offene Rollrandgläschen mit je 100 Ny I über die rasierte Fläche und fixierte sie mit Klebeband um ein Entweichen der noch nicht festgesogenen Zecken zu verhindern. Die Nymphen erhielten 15 Minuten Zeit zum Anbeißen; die nach dieser Zeit noch umherlaufenden Stadien entfernte ich.

Nymphen II wurden an Kaninchenohren gefüttert. Dazu setzte ich das Kaninchen in einen Zwangskäfig, der nur den Kopf freilässt. Ähnlich der von RÜHM (1968) beschriebenen Methode zur Fütterung von Simuliiden klebte ich die nach hinten gedrehten Ohren auf eine Holzplatte, die vom Nackenriegel des Zwangskäfigs schräg nach hinten oben weist. Über jedem Ohr fixierte ich nun eine Petrischale mit 200 Ny II, die wiederum 15 Minuten über den ansaugenden Zecken verblieb. Die Schweine wurden zur Fütterung von Nymphen IV und Adulten mit Stresnil[®] und Hypnodil[®] betäubt. Bei i.p. Applikation war die Dosierung 1 ml Stresnil[®] und 4 ml Hypnodil[®]/20 kg Kgw. Schwerere Schweine erhielten die Narkose i.v. in die Vena cava cran. in einer Dosierung von 0,3 ml Stresnil[®] und 1,5 ml Hypnodil[®]/20 kg Kgw. Die Narkose wurde durch Prüfung des Lidreflexes überwacht; im Bedarfsfall erhielten die Schweine noch bis zu 8 ml Hypnodil[®] i.p. Als Saugstelle für die Zecken rasierte ich die Halsseitenfläche hinter dem Ohr. Dem in Seitenlage liegenden Schwein setzte ich, ebenfalls unter einer Petrischale, 150 Ny IV und Adulte an. Bei allen Fütterungen wurde die Coxalflüssigkeit, soweit sie nicht ablaufen konnte, abgetupft. Nach der Fütterung kamen die Zecken in Glasküvetten (10 x 5 x 6 cm), die mit Filterpapier ausgelegt waren. Dort verblieben sie, bis die Ausscheidung der Coxalflüssigkeit beendet war. Zur Bestimmung der Saugdauer registrierte ich alle 5 Minuten die Anzahl der abgefallenen Zecken. Eine Zecke wurde als abgefallen betrachtet, wenn sie ihren Saugplatz verließ. Die Gewichtszunahme der Zecken beim Blutsaugen ermittelte ich durch 2 Wägungen. Die Zecken wurden vor und 24 Stunden nach dem Saugakt, nachdem die Ausscheidung der Coxalflüssigkeit beendet war, auf einer Analysenwaage (Sartorius) gewogen. Durch Wägung ganzer Gruppen bestimmte ich deren Durchschnittsgewicht, durch Einzelwägungen die Gewichtsverteilung innerhalb einer Gruppe. Zur Feststellung der bei einer Fütterung aufgenommenen Blutmenge modifizierte ich das von SNOW (1968) beschriebene Verfahren, Hämoglobin aus dem Wirtsblut in der Zecke nach chemischer Umwandlung zu Pyridinhaemochromogen photometrisch quantitativ zu bestimmen. Zunächst erstellte ich für jedes

Wirtstier aus bekannten Blutmengen und den dafür im Spektralphotometer (Bausch & Lomb) erhaltenen Extinktionen eine Eichkurve. Für Mäuse war nur eine Eichkurve nötig, weil die Werte nur unerheblich voneinander abwichen. Vor jeder Fütterung wurde eine repräsentative Anzahl von Zecken nach SNOW (1968) aufbereitet und ihr Haemochromogengehalt festgestellt. 24 Stunden nach der Blutmahlzeit verarbeitete ich von jedem Wirtstier (bzw. Mäusegruppe) 20 Zecken und photometrierte die Pyridinhaemochromogenlösungen. Anhand der Differenz der erhaltenen Extinktionen konnte ich aus den Eichkurven die aufgenommenen Blutvolumina ablesen.

Die Modifikation des Verfahrens bestand darin, daß ich für die verschiedenen Entwicklungsstadien der Zecke jeweils andere als von SNOW (1968) angegebene Verdünnungen der Zeckenhomogenisate verwenden mußte, um im optimalen Meßbereich des Photometers zu bleiben. Ny I wurden in 2 ml NaOH, Ny II in 4 ml NaOH zerrieben. Ny IV und Adulte homogenisierte ich in 6 ml NaOH, zog von dieser Lösung 1 ml ab, verdünnte diesen mit 3 ml NaOH und verwendete davon 2 ml zum Photometrieren. Außerdem war es noch nötig, nach dem Zentrifugieren die überstehende Flüssigkeit in neue Gläser umzupipettieren, weil der zu photometrierende Farbstoff nicht gleichmäßig in der Lösung verteilt war, sondern Schlieren bildete. Ein Schütteln der Lösung im Zentrifugenglas hätte zur Folge, daß der Farbstoff aus der Lösung ausfällt und die Probe nicht mehr verwendbar ist.

Den Grad der Blutkonzentration errechnete ich aus der aufgenommenen Blutmenge und der Gewichtszunahme nach Ausscheidung der Coxalflüssigkeit.

Nach dem Saugen wurden die Zecken täglich kontrolliert, um die Zeit bis zum Beginn der Häutung bzw. Oviposition festzustellen. Den Häutungsverlauf hielt ich durch tägliche Zählung der gehäuteten Zecken fest. Abgelegte Eier beobachtete ich bis zum Schlupf der Ny I. Die Anzahl der Eier/Gelege wurde durch Auszählen der Ny I und der abgestorbenen oder nicht embryonierten Eier bestimmt.

Während und nach den Fütterungen untersuchte ich die Ansatzstellen der Zecken grobsinnlich auf Hautreaktionen.

Den passiven kutanen Anaphylaxie(PCA)-Test benutzte ich, um festzustellen, ob es nach mehrmaligem Besatz der Wirtstiere mit Entwicklungsstadien von *O. moubata* zur Ausbildung zytotroper Antikörper kommt.

Aus Eiern und Ny I von *O. moubata* stellte ich 2 Antigene her. 1,2 g Eier bzw. Nymphen wurden mit 6 ml doppelt physiologischem Phosphatpuffer 1 Stunde im Zellhomogenisator homogenisiert, anschliessend das Homogenisat mit 6 ml aqua dest. auf physiologische Werte eingestellt, über Nacht im Kühlschrank extrahiert und dann 30 Minuten bei 20000 U/min zentrifugiert. Den Eiweißgehalt des abgezogenen Überstandes bestimmte ich mit der Biuret-Methode. Er betrug beim Nymphenantigen 0,82 g%; beim Eiantigen war eine Eiweißbestimmung wegen der geringen Genauigkeit der Methode im Bereich unter 0,7 g% nicht möglich.

Als Testtiere dienten Kaninchen, denen Rücken und Rumpfseiten geschoren und mit Farbstift in ca 3 x 3 cm große Felder aufgeteilt waren. In die Mitte dieser Felder injizierte ich intrakutan je 0,2 ml Serum von drei- und viermal mit Zecken infestierten Mäusen, Kaninchen und Schweinen, sowie zur Kontrolle physiol. PBS und Seren von Wirtstieren, die vorher nicht mit Zecken in Berührung gekommen waren. Nach einer Sensibilisierungszeit von 3 Stunden spritzte ich 1,0 bzw. 2,0 ml eines der Antigene sowie 1,0 ml einer 1%igen Lösung von Evan's Blau i.v.. Anschließend kontrollierte ich 2 Stunden lang die sensibilisierten Hautpartien auf Reaktionen, die sich durch eine Blaufärbung zeigen sollten.

B. Ergebnisse

Ornithodoros moubata-Nymphen I wurden 13 mal an Mäusen gefüttert; davon waren 6 erste Ansätze, 4 zweite, 2 dritte Ansätze und 1 vierter Ansatz.

Nymphen II fütterte ich 16 mal an Kaninchen. Dies ergab 6 erste, 6 zweite, 2 dritte Fütterungen und 1 vierten Besatz.

Nymphen IV und Adulte setzte ich 16 mal an Schweinen an. 6 Fütterungen waren erste, 5 waren zweite, 3 waren dritte und 2 vierte Ansätze.

Die verschiedenen von mir beobachteten Kriterien veränderten sich je nach Anzahl der Ansätze und Alter der Stadien auf unterschiedliche Art und Weise.

1. Saugdauer

a) Nymphen I an Mäusen. Die ersten vollgesogenen Ny I fielen bei allen Fütterungen nach 40 - 60 Minuten von den Wirtstieren ab. Dies war unabhängig von der Häufigkeit des Besatzes. Bei einer Erstfütterung benötigten die Zecken 60 min, bis die ersten vollgesogen waren, während beim vierten Besatz die Nymphen schon nach 40 min anfangen abzufallen.

Diese Unregelmäßigkeiten sind auf die Auswirkung der Barbituratnarkose auf den peripheren Kreislauf der Mäuse zurückzuführen. Von Mäusen, die eine sehr tiefe Narkose mit oberflächlicher Atmung und leichter Blaufärbung der Haut am Bauch hatten, fielen die ersten vollgesogenen Nymphen erst nach 1 - 2 Stunden ab. Obwohl alle Mäuse mit der gleichen Dosis genau nach Gewicht narkotisiert wurden, war die Wirkung individuell sehr verschieden. An nur leicht betäubten Tieren saugten sich die Nymphen so schnell voll, daß nach 75 min 50% der angesetzten Zecken abfielen. Durchschnittlich waren nach 80 min 20%, nach 2 Stunden 50% und nach 3 Stunden 75% vollgesogen. 5 Stunden nach Ansatz nahm ich die restlichen noch saugenden Nymphen (ca 8%) ab.

Die genaue Erfassung des Abfallverlaufs wurde auch dadurch erschwert, daß viele Ny I an ihrem Saugplatz sitzen blieben, obwohl sie kein Blut mehr aufnahmen. Sie klebten nach Ver-

trocknen der Coxalflüssigkeit an den Resten des Wirtstierhaares fest, so daß sie sich nicht mehr bewegen konnten.

b) Nymphen II an Kaninchen. Die Saugdauer von zweiten Nymphen, die an Kaninchenohren saugten, war wesentlich kürzer als die der Ny I an Mäusen. Der Abfall der ersten vollgesogenen Ny II begann 20 min nach dem Ansatz. Bei Erstfütterung waren nach 25 min 21%, nach 30 min 56%, nach 40 min 92% und nach 55 min 100% der angesaugten Zecken abgefallen. Dieser Abfallverlauf ergab sich bei Fütterungen, bei denen die Nymphen an der Ohraußenfläche angesetzt wurden. Zu einer Erstfütterung setzte ich die Zecken an der Innenseite der Ohren an. Hier benötigten die Ny II deutlich mehr Zeit, um sich vollzusaugen. Nach 30 min waren erst 20%, nach 40 min 53%, nach 50 min 80% abgefallen. Die letzten fielen nach 75 min ab.

Die Saugdauer und der Abfallverlauf veränderten sich bei zweiten und dritten Fütterungen. Die ersten vollgesogenen Nymphen verließen zwar wie bei den Erstfütterungen nach 20 min ihren Saugplatz, jedoch beschleunigte sich der Abfallverlauf in der ersten Hälfte der Saugzeit. So waren bei zweiten bzw. dritten Infestationen nach 30 min 57% (63%) und nach 35 min 83% (86%) der Zecken vollgesogen, während bei den Erstfütterungen nach 35 min erst 81% erreicht waren. Die Saugzeit dauerte bei zweiten Ansätzen gleich lang wie bei den ersten, verkürzte sich aber bei Dritt- fütterungen um 5 min auf 50 min.

Beim vierten Besatz war die Saugdauer der Nymphen ebenso lang wie bei dritten Fütterungen. Der Prozentsatz abgefallener Zecken lag mit 5,3% nach 20 min, 49,5% nach 25 min und 68,5% nach 30 min deutlich über den entsprechenden Werten für dritte Ansätze (3,4%; 23,1%; 63,7%) und glich sich dann dem Verlauf dieser an.

Ny II, die keinen direkten Kontakt zu ihren Nachbarn am Saugplatz hatten, saugten länger als solche, die dicht gedrängt saßen. Diese wurden durch die Unruhe, die beim Herauskriechen der ersten vollgesogenen Zecken aus dem engen Verbund entstand, dazu veranlaßt, ebenfalls ihren Saugplatz zu verlassen. Diese Beobachtung trifft auf alle durchgeführten Fütterungen zu.

c) Nymphen IV und Adulte an Schweinen. Die Saugdauer dieser Stadien lag zwischen den Werten von Ny II an Kaninchen und Ny I an Mäusen. Die ersten vollgesogenen Ny IV fielen, ähnlich wie Ny II, nach 25 min vom Wirtstier ab. Mehr als 50% brauchten aber 60 min und länger für eine Blutmahlzeit. Bei Erstfütterungen stellte ich folgenden Abfallverlauf fest: Durchschnittlich waren nach 30 min 10% (Max. 44%, Min. 0), nach 40 min 21% (46%, 0), nach 60 min 55% (85%, 18%) und nach 90 min 92% (100%, 81%) der Zecken abgefallen. Die längste beobachtete Saugdauer bei ersten Infestationen betrug 120 min.

Bei mehrmaligem Ansatz verlängerte sich die Saugdauer. Von Schweinen, die zum zweitenmal mit Zecken besetzt wurden, fingen die Ny IV und Adulten nach 30 min an, abzufallen. Nach 40 min hatten sich 9,7% (23%, 0) vollgesogen, nach 60 min 52% (80%, 2%) und nach 90 min 84% (99%, 47%). Der Verlauf des Abfalls bei Zweitfütterungen glich sich aber nach 100 min dem bei Erstfütterungen wieder an und war 5 min früher als dieser beendet. Bei den dritten Fütterungen vergrößerte sich die Differenz der Anzahl abgefallener Zecken innerhalb der ersten 1 1/2 Stunden. Hier fielen nach 40 min 3,6% (5,7%, 1,5%), nach 60 min 36% (44%, 29%) und nach 90 min 84% (87%, 81%) der Zecken ab. Die Saugdauer verlängerte sich gegenüber der von Erstinfestationen um 5 min.

Eine noch stärkere Verzögerung der Blutabnahme konnte ich bei einem vierten Besatz feststellen. Hier fielen die ersten Zecken erst nach 50 min ab. Nach 60 min hatten 14,6% das Wirtstier verlassen, nach 90 min 59%. Die gesamte Dauer dieser Fütterung betrug 2 Stunden, 30 Minuten (Abb. 1).

Der zweite von mir durchgeführte Viertbesatz wurde durch Exzitationen des Schweins gestört. Die Zecken verließen wegen der Zuckungen das Wirtstier früher als beim ersten Viertbesatz, so daß sich ein Abfallverlauf, ähnlich wie bei Erstfütterungen ergab. Männliche Adulte fielen bei ersten Fütterungen zu ca. 90% in der ersten Stunde nach Ansetzen der Zecken ab. Bei den folgenden Infestationen verringerte sich dieser Prozentsatz auf ca. 60% beim vierten Besatz. Weibliche Adulte brauchten immer mehr als 60 min, um sich vollzusaugen.

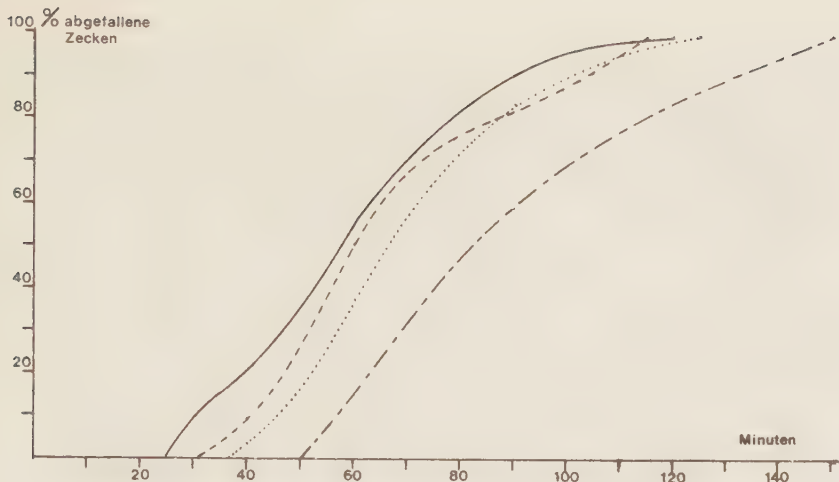


Abb. 1: Übersicht über die Saugdauer von Nymphen IV und Adulten von *Ornithodoros moubata* am Schwein bei einmaligem (—), zweimaligem (----), dreimaligem (.....) und viermaligem (— · —) Besatz

2. Gewichtszunahme

a) Nymphen I. Ungesogene Ny I wiegen nach dem Schlupf ca. 0,35 mg. Dieses Gewicht nimmt im Lauf von 2 Monaten um 0,05 mg ab. Die von mir zu den Fütterungen verwendeten Ny I hatten ein Durchschnittsgewicht von 0,3 mg. Das Durchschnittsgewicht vollgesogener Ny I nach den Erstfütterungen betrug 2,1 mg (Max. 3,7; Min. 0,7) für die in den ersten 2 Stunden nach Ansetzen abgefallenen. Später abgefallene und solche, die nach 5 Stunden abgenommen wurden, wogen bei Erstfütterungen durchschnittlich 1,7 mg (Max. 2,6; Min. 0,5). Das Repletionsgewicht der Nymphen war auch von den einzelnen Mäusen einer Gruppe abhängig. Das höchste auf einer Maus bei einer Erstfütterung erreichte Durchschnittsgewicht lag bei 2,51 mg ($n = 96$, $s = 0,37$), das niedrigste bei 1,59 mg ($n = 91$, $s = 0,39$). An Mäusen, die bis zu viermal mit Ny I besetzt wurden, lag die jeweilige Gewichtszunahme im Durchschnitt immer etwas unter den Werten für erstbesetzte Mäuse (Tab. 1).

Ansatz Nr.	1	2	3	4
innerhalb von 2 Std. abgefallene Ny	2,10	1,98	1,90	1,7
nach 2 - 5 Std. abgefallene Ny	1,68	1,65	1,63	1,6

Tab. 1: Durchschnittsgewichte (mg) von vollgesogenen Nymphen I von *O. moubata* bei ein- und mehrmaligem Besatz von Mäusen

b) Nymphen II wiegen kurz nach der Häutung durchschnittlich 1,49 mg (Max. 1,8; Min. 0,9). Nach 3 Monaten ohne Blutmahlzeit verringert sich ihr Durchschnittsgewicht auf 1,1 mg (Max. 1,3; Min. 0,4). Die zur Fütterung an Kaninchen angesetzten Zeckengruppen waren wegen ihrer unterschiedlichen Hungerzeiten auch verschieden schwer. Ihr Gewicht schwankte im Mittel zwischen 1,01 mg und 1,38 mg. Hieraus ergaben sich auch bei den einzelnen Fütterungen unterschiedliche Endgewichte und Gewichtszunahmen. Die vollgesogenen Ny II wogen 6,44 - 8,78 mg (Durchschnittsgewichte der einzelnen Gruppen), hatten also ihr Gewicht um das 5,5 - 7,2-fache erhöht.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Gewichtszunahme und Anzahl der Fütterungen war nicht erkennbar, jedoch beeinflusst die Zeit zwischen Häutung und Blutmahlzeit die Gewichtszunahme. Nymphen II, die länger als 2 Monate hungern, erreichen ein um durchschnittlich 0,8 mg geringeres Durchschnittsgewicht als solche, die einen Monat nach der Häutung gefüttert werden. Die geringste Gewichtszunahme erzielten Ny II, die 3 Monate gehungert hatten, als sie an einem noch nie infestierten Kaninchen angesetzt wurden, die höchste Ny II, die 4 Wochen gehäutet waren.

c) Nymphen IV und Adulte. Ungesogene Ny IV wiegen zwischen 2,2 und 28 mg. Daraus ergaben sich, je nach Zusammensetzung einer Zeckengruppe unterschiedliche Ausgangsgewichte bei den einzelnen Fütterungen. Die Durchschnittsgewichte der leeren Ny IV schwankten zwischen 10,14 und 19,95 mg. Diese großen Unterschiede bedingten, daß die Gewichts-differenzen zwischen ungesogenen und repleten Stadien sehr uneinheitlich waren.

Die durchschnittlich bei den einzelnen Fütterungen erreichten Repletionsgewichte schwankten zwischen 40,4 und 69,4 mg, die Einzelgewichte lagen zwischen 14,4 und 142,2 mg. Die durchschnittliche Gewichtszunahme bei den verschiedenen Ansätzen betrug 32,2 - 50,1 mg. Die später als 1 Stunde nach Ansetzen der Zecken abgefallenen Ny IV waren durchschnittlich 60% schwerer, als die vorher vollgesogenen.

Ungesogene männliche Adulte wogen durchschnittlich 15,0 - 17,9 mg. Sie erzielten bei allen Ansätzen eine Gewichtszunahme von durchschnittlich 25,8 mg. Ihre Repletionsgewichte lagen zwischen 24,1 und 64,8 mg.

Ungesogene Weibchen wogen ca. 40 mg. Sie erreichten bei allen Fütterungen ein Endgewicht von durchschnittlich 157,2 mg. Bei den Gewichtszunahmen von Ny IV und Adulten konnte keine direkte Abhängigkeit von der Besatzhäufigkeit erkannt werden.

3. Aufgenommene Blutmenge

a) Nymphen I. Der photometrisch bestimmte Pyridinhaemochromogengehalt von ungesogenen Ny I entspricht dem von 0,5 μ l Mäuseblut, der von vollgesogenen Ny I 1,4 - 8,8 μ l Blut. Die Durchschnittswerte für die einzelnen Fütterungen liegen zwischen 4,1 μ l und 6,7 μ l Blut/Zecke. Im Durchschnitt aller Erstfütterungen saugten die Ny I, die in den ersten 2 Stunden nach dem Ansetzen abfielen (Gruppe a), 5,12 μ l $\pm$ 0,47 μ l Blut, die später abgefallenen (Gruppe b) 4,45 μ l $\pm$ 0,64 μ l Blut (Tab. 2). Bei den zweiten und dritten Infestationen derselben Mäusegruppen reduzierte sich die Blutauf-

nahme auf $4,79 \pm 0,21/4,15 \pm 0,4$ und $4,64 \pm 0,36/3,83 \pm 0,3$ bei den Gruppen a/b. Bei der vierten Fütterung nahmen die Nymphen a $4,12 \mu\text{l}$ und die Ny b $3,80 \mu\text{l}$ Blut auf. Das an einer Mäusegruppe aufgenommene Blutvolumen war also jeweils beim folgenden Ansatz um durchschnittlich $0,35 \mu\text{l}/\text{Zecke}$ kleiner.

Mäusegruppe Nr.	Infestation			
	1	2	3	4
1 a	5,04	4,64	4,38	4,12
			4,06	3,80
2 a	5,10	4,89	4,89	
	4,71	3,76	3,60	
3 a	6,00	5,03		
	4,52	4,29		
4 a	5,07			
	3,30			
5 a	4,59	4,60		
	4,17	3,90		
6 a	4,93			
Ø a	5,12	4,79	4,64	
	4,45	4,15	3,83	

Tab. 2: Die von Nymphen I von *O. moubata* aufgenommene Blutmenge (μl) bei ein- und mehrmaliger Infestation von Mäusen
a = Abfall innerhalb von 2 Stunden nach dem Ansatz
b = Abfall zwischen 2 und 5 Stunden nach dem Ansatz

b) Nymphen II. Die große Variationsbreite im Pyridinhaemochromogengehalt des Blutes verschiedener Kaninchen hatte zur Folge, daß die photometrischen Ergebnisse für ungesogene Ny II unterschiedlichen Blutvolumina der einzelnen Kaninchen entsprachen. Daher mußte ich, um die aufgenommene Blutmenge zu errechnen, für gleiche photometrische

Leerwerte verschieden große Blutmengenäquivalente abziehen. Die durchschnittliche Blutaufnahme der Zecken schwankte zwischen $9,55 \mu\text{l}$ und $14,63 \mu\text{l}$ (Tab. 3).

Ähnlich wie die Gewichtszunahme hängt auch die aufgenommene Blutmenge vom Alter der Ny II ab. An Kaninchen Nr. 2 und Nr. 3 saugten die Zecken beim vierten bzw. dritten Ansatz mehr Blut als beim zweiten bzw. ersten Ansatz. Sie waren um ca. 2 Monate jünger, als die der vorhergehenden Fütterungen. An Kaninchen Nr. 1, Nr. 4, Nr. 5 und Nr. 6 wurden jeweils gleichaltrige Zecken angesetzt. Hier zeigt die Tabelle in allen Fällen eine Abnahme des gesaugten Blutvolumens.

Kaninchen Nr.	Infestation			
	1	2	3	4
1	14,63	12,73	10,85	
2	12,84	10,31	9,71	11,80
3	11,46	10,15	12,13	
4	11,31	10,32		
5	12,60	9,55		
6	12,50	12,05		

Tab.3: Die von Nymphen II von *O. moubata* aufgenommene Blutmenge (μl) bei ein- und mehrmaliger Infestation von Kaninchen

c) Nymphen IV und Adulte. Die photometrischen Ergebnisse für die Eichkurven für das Blut verschiedener Schweine zeigten ähnlich große Unterschiede wie die für Kaninchen. Das Blutmengenäquivalent für eine Anzeige von 0,400 schwankte bei den einzelnen Individuen zwischen $8,0 \mu\text{l}$ und $9,7 \mu\text{l}$. Entsprechend differierten die abzuziehenden Leerwerte aus den Extinktionen ungesogener Ny IV. Durch die 12-fache Verdünnung der Zeckenhomogenisate entstanden für Zecken gleicher Extinktion Leerwerte, die bis zu 20% voneinander abwichen. Sie betrugen bei den durchgeführten Fütterungen $42 \mu\text{l}$ - $108 \mu\text{l}$. Die kleinste für eine ungesogene

Ny IV erhaltene Extinktion entsprach 16,0 - 21,6 μ l Schweineblut, die grösste 105,6 - 139,2 μ l.

Für vollgesogene Ny IV waren die Extremwerte 1,320 $\hat{=}$ 278 - 398 μ l (ohne Abzug des Leerwertes) und 0,145 $\hat{=}$ 28,8 - 45,6 μ l. Im Durchschnitt nahmen die Ny IV bei einer Fütterung 63,41 - 132,77 μ l Blut auf. Die Blutvolumina der Zecken, die in der ersten Stunde nach Ansetzen abfallen, sind um 38,7% kleiner als die der später abgefallenen. Bei den Erstfütterungen saugten die Ny IV 132,77 μ l, 109,62 μ l, 82,82 μ l, 63,41 μ l und 63,42 μ l Blut. Die beiden letzten Werte liegen deswegen so niedrig, weil sich die angesetzten Zecken erst 5 Tage zuvor gehäutet hatten und sehr schlecht anbissen. Bei allen folgenden Fütterungen war die von den Zecken aufgenommene Blutmenge kleiner als bei der vorhergegangenen am selben Schwein (Tab. 4).

Schwein Nr.		Infestation			
		1	2	3	4
1	a b	132,77	107,37	96,84	54,94 92,03
2	a b	109,62	73,71	x)	55,13 106,13
3	a b	82,82	72,15	66,46 99,00	
4	a b	63,41	50,97 93,36		
5	a b	63,42	61,84 83,57		

Tab. 4: Die von Nymphen IV von *O. moubata* aufgenommene Blutmenge (μ l) bei ein- und mehrmaliger Infestation von Schweinen

a = Abfall innerhalb 1 Stunde nach dem Ansatz

b = Abfall später als 1 Stunde nach dem Ansatz

x) Wegen vorzeitigen Erwachens aus der Narkose und Zerquetschen vieler Zecken keine Werte

4. Blutkonzentration

Das beim Saugakt von den Zecken aufgenommene Blut wird durch Ausscheidung von Coxalflüssigkeit und Speichel bei den verschiedenen Stadien unterschiedlich stark eingedickt.

Das Verhältnis von Gewichtszunahme zu aufgenommener Blutmenge schwankt bei Nymphen I zwischen 1:2,55 und 1:3,50. (Zur Vereinfachung der Rechnung setzte ich das spezifische Gewicht des Blutes gleich 1,0.) Die Durchschnittswerte der Ansätze verringern sich von 1:3,02 beim ersten auf 1:2,94 beim vierten Ansatz (Tab. 5). Es ist jedoch keine Kontinuität zu sehen.

Nymphen II konzentrieren das aufgenommene Blut schwächer. Die Einzelwerte liegen zwischen 1:2,36 und 1:1,49. Der durchschnittliche Eindickungsgrad fällt von 1:1,98 beim ersten auf 1:1,63 beim vierten Besatz, doch verringern sich auch diese Werte nicht bei jedem folgenden Ansatz.

Nymphen IV und Adulte dicken ihre Blutmahlzeit etwas stärker ein; von 1:2,52 bis 1:1,37 reichen hier die errechneten Werte. Im Durchschnitt der Ansätze fallen auch diese Konzentrationen von 1:2,27 bei der ersten auf 1:1,56 bei der vierten Infestation, aber es ist ebenfalls keine gleichmäßige Verminderung der Werte zu erkennen.

Stadium und Wirt	Infestation			
	1	2	3	4
Ny I Maus	1: 3,02	1: 2,93	1: 2,97	1: 2,94
Ny II Kaninchen	1: 1,98	1: 1,65	1: 1,70	1: 1,63
Ny IV & Ad. Schwein	1: 2,27	1: 2,05	1: 2,14	1: 1,56

Tab. 5: Blutkonzentration (Gewichtszunahme:aufgenommene Blutmenge) unterschiedlicher Stadien von *O. moubata* bei ein- und mehrmaliger Infestation von verschiedenen Wirten

5. Häutung und Oviposition

a) Nymphen I begannen am 8. Tag nach der Fütterung sich zu häuten. Unabhängig von der Häufigkeit des Besatzes waren am 9. Tag durchschnittlich 13,4%, am 10. Tag 29,7%, am 12. Tag 79,8% und am 13. Tag nach der Blut-mahlzeit 88,9% gehäutet. Nach 18 Tagen hatten sich alle überlebenden Zecken zu Nymphen II gehäutet. Die Sterblichkeit lag zwischen 0,5% und 17,4% (durchschnittlich 5,9%).

b) Nymphen II häuteten sich schneller als Ny I. Am 7. Tag nach dem Blutsaugen fing der Häutungsverlauf mit 1% gehäuteter Zecken an. An den folgenden 4 Tagen wurden im Durchschnitt 35,1%, 92,3%, 93,0% und 93,7% erreicht. Bei einigen Fütterungen hatten sich nach 10 Tagen schon alle Zecken gehäutet. Die Sterblichkeit betrug 0,5%. Ein Zusammenhang zwischen dem Häutungsverlauf und der Häufigkeit des Besatzes war wie bei Nymphen I nicht ersichtlich.

c) Nymphen IV brauchten eine Ruhepause von 9 Tagen, bis sie anfangen sich zu häuten. Unbeeinflusst von der Anzahl der Ansätze häuteten sich durchschnittlich nach 10 Tagen 11,5%, nach 11 Tagen 49,4%, nach 13 83,6%, nach 15 95,3%. 22 Tage nach der Fütterung war die Häutung mit 97,7% gehäuteten und 2,3% toten Zecken abgeschlossen.

d) Weibliche Adulte legten frühestens 10, spätestens 28 Tage nach dem Blutsaugen ihre Eier ab. Die Anzahl der Eier/Gelege schwankte zwischen 52 und 212. Die Häufigkeit des Besatzes wirkt sich auch bei der Oviposition nicht aus. Die Schlupfraten (Anzahl der geschlüpften Ny I/Gelege in %) mit 92,0% beim ersten, 84,1% beim zweiten und 91,0% beim dritten Ansatz, lassen ebenfalls keine Abhängigkeit von der Anzahl der Infestationen erkennen.

Zwei Nymphen IV, die sich nach einer Fütterung zu Weibchen gehäutet hatten, legten, ohne noch einmal Blut zu saugen 14 Tage nach der Häutung Eier. Aus einem Gelege von 80 schlüpften 52 Ny I, aus allen 47 des anderen entwickelten sich Ny I. Diese Beobachtung erscheint besonders interessant, da sie im Gegensatz zu bisherigen Mitteilungen steht.

6. Hautreaktionen

Bei Mäusen traten kaum Hautreaktionen auf.

Bei Kaninchen entwickelten sich nach dem 3. Besatz leichte, nach dem 4. deutliche Ödeme; sie bildeten sich nach 1 Tag wieder zurück.

Dagegen konnte ich bei Schweinen bereits 1 Tag nach der Erstinfestation an der Halsseitenfläche, an der die Zecken gesaugt hatten, eine starke Rötung und Schwellung beobachten. Die entzündlichen Erscheinungen waren nach 5 - 6 Tagen wieder abgeklungen. Bei allen Drittfütterungen traten ca. 10 - 15 Minuten nach Ansetzen der Zecken um die Ansatzstellen Rötungen und Schwellungen auf, die bei allein sitzenden Zecken einen Durchmesser von ca. 8 mm hatten. Die Stellen mit dichtem Besatz waren einheitlich rot und geschwollen. Diese Erscheinungen bildeten sich noch im Verlauf der Fütterungen wieder zurück, so daß nach Abfallen der letzten Zecken, mit Ausnahme der Haematome um die Ansatzstellen, keine Reaktion mehr sichtbar war.

Passiver kutaner Anaphylaxie-(PCA)Test

Lediglich nach der Sensibilisierung der Kaninchenhaut mit Serum von drei- und viermal infestierten Schweinen und nachfolgender Gabe von Ei- bzw. Nymphenantigen und Evan's Blau wurde eine PCA-Reaktion festgestellt. Das Nymphenantigen löste nur eine schwache Blaufärbung um die Injektionsstelle aus (Durchmesser 3 mm), während das Ei antigen zu einer stark positiven Reaktion mit blauen Herden von 2 - 2,5 cm Durchmesser führte. Vorherige Sensibilisierung mit Seren infestierter Mäuse und Kaninchen sowie solchen von nicht infestierten Versuchstieren und PBS bewirkten keine Reaktion. Die Bildung zytotroper Antikörper konnte also nur beim Schwein nachgewiesen werden.

IV. Besprechung der Ergebnisse

Die von HOOGSTRAAL (1956) angegebene Saugdauer für Nymphen von *O. moubata* fand ich in meinen Versuchen nur bei den 2. Nymphenstadien bestätigt. Zu einem Zeitpunkt, an dem nach HOOGSTRAAL (1956) schon alle Ny I das Wirtstier verlassen haben, fielen bei den von mir durchgeführten Fütterungen vereinzelt die ersten Zecken ab. Die überaus große Verlängerung der Saugdauer auf 5 Stunden und mehr läßt die Barbituratnarkose als nicht geeignet erscheinen, um Mäuse für die Fütterung von Ny I stillzulegen. Die Füllung der peripheren Blutgefäße ist anscheinend so schwach, daß das Blutangebot wesentlich unter der Aufnahmefähigkeit der Zecken zurückbleibt. Eine andere Fütterungsmethode zog ich trotzdem nicht in Betracht, weil bei in einem Behälter freilaufenden Mäusen das Abfallen schlecht zu beobachten gewesen wäre, die Mäuse viele Nymphen aufgefressen hätten und außerdem nach meinen Beobachtungen der Abfallverlauf durch Abwehrbewegungen des Wirtstieres beschleunigt wird. Eine Fixierung unbetäubter Mäuse lehnte ich aus tierschützerischen Erwägungen ab.

Die Saugdauer ist auch abhängig von der Ansatzstelle. Bei Nymphen II konnte ich feststellen, daß die Zecken, die zu einem ersten Besatz an die Innenfläche eines Kaninchenohres angesetzt wurden, um bis zu 20 Minuten länger saugten, als die an der Außenseite des Ohres saugenden. Im Verlauf der Versuche wurden diese Stadien durch die Ödeme, die nach dem dritten Ansatz deutlich sichtbar waren, in der Blutaufnahme gestört, so daß sie früher als bei den Erstfütterungen abfielen.

Die Saugdauer von Ny IV und Adulten war etwas länger als von HOOGSTRAAL (1956) beschrieben. Obwohl der Hersteller der zur Narkose verwendeten Präparate deren Wirkung als schlafähnlich und ohne Beeinflussung des Kreislaufs beschreibt, muß die längere Dauer des Blut-

saugens auf die Narkose zurückgeführt werden. Eine direkte Beeinträchtigung der Zecken durch die chemischen Substanzen kann nicht ausgeschlossen werden. Die Verlängerung der Saugdauer mit der Häufigkeit des Besatzes eines Schweines war, mit Ausnahme der bei den dritten Ansätzen beobachteten Hautreaktionen, durch keine äußerlich am Wirt erkennbaren Anzeichen erklärbar. Daß sie nicht nur von Hautreaktionen abhängig ist, zeigte sich bei einer vierten Fütterung an einem Schwein, die 2 1/2 Stunden dauerte.

Die Verringerung der Gewichtszunahme der Nymphen I, die an schon früher infestierten Mäusen Blut saugten, gegenüber Ny I, die an noch nicht befallenen Wirten angesetzt wurden, war deutlich zu erkennen. Schon beim zweiten Besatz der gleichen Mäusegruppe war sie um ca. 7% kleiner als beim ersten. Die weiter folgende Verminderung darf wohl als Auswirkung eines Abwehrmechanismus der Wirtstiere gesehen werden.

Daß eine solche Entwicklung bei den Nymphen II nicht zu beobachten war, liegt daran, daß die Gewichtszunahme, bzw. die Fähigkeit, beim Saugen maximale Blutmengen aufzunehmen, auch von der Zeit zwischen Häutung und darauf folgender Blutmahlzeit abhängt. BALASHOV (1972) schreibt, allerdings ohne Angabe des idealen Fütterungszeitpunktes, daß Zecken, die sich erst kurz oder sehr lange vor dem Blutsaugen gehäutet haben, weniger Blut aufnehmen. Dies trifft auch auf 2 erste Ansätze von Ny IV und Adulten an Schweinen zu, die ich durchführte. Die zu diesen Fütterungen verwendeten Zecken waren erst drei Wochen vorher gefüttert worden und hatten sich eben gehäutet. Die Gewichtszunahmen lagen in diesen Fällen mit 29,2 mg und 30,2 mg so niedrig wie die bei vierten Ansätzen. Bei den anderen Schweinen verminderten sich die Gewichtszunahmen der Ny IV mit der Häufigkeit der Ansätze, so daß auch hier der Effekt einer Abwehr der Wirtstiere vermutet werden darf.

Ähnlich wie die Gewichtszunahme wird auch die aufgenommene Blutmenge bei jedem Besatz des gleichen Wirtstieres mit gleichwertigen Zecken geringer. Dies zeigte sich bei allen Wirtstierarten. Ny I namen bei Erstfütterungen an Mäusen Blutvolumina auf, die dem 10- bis 12-fachen ihres Leergewichts entsprachen. Daß sich diese Mengen auf das 7- bis 8-fache beim vierten Besatz verringerten, kann wegen des kontinuierlichen Verlaufs der Verminderung der aufgenommenen Volumina nicht als Zufall angesehen werden.

Auch die gleichalten Nymphen II wurden durch die Reaktionen der Wirtstiere davon abgehalten, bei den zweiten und dritten Ansätzen gleichviel Blut wie bei der ersten Infestation zu saugen. Dasselbe trifft auf Ny IV zu. Hier verringerte sich die Blutaufnahme am deutlichsten. Sie lag bei den beiden vierten Ansätzen 52% und 40% unter den Werten der Erstfütterungen.

Die Bestimmung der Blutvolumina zeigte außerdem, daß die Zecken wesentlich mehr Blut aufnehmen, als in der Literatur beschrieben. ARTHUR (1961) gibt das Gewicht der aufgenommenen Blutmenge bei Lederzecken mit dem 3- oder 4-fachen des ungesogenen Körpergewichts an. Bei meinen Fütterungen stellte ich fest, daß alle von mir beobachteten Stadien Blutvolumina saugten, die dem minimal 4-fachen bis maximal 13-fachen ihres Leergewichtes entsprachen.

Die von mir aus Gewichtszunahme und aufgenommener Blutmenge errechnete Blutkonzentration war bei den Ny I mit durchschnittlich 1:3 höher als bei Ny IV und Adulten mit 1:2 und Ny II mit 1:1,8. Obwohl kein Zusammenhang zwischen Infestationshäufigkeit und Blutkonzentration aus meinen Ergebnissen hervorgeht, kann angenommen werden, daß bei öfters wiederholtem Befall desselben Wirtstieres die aufgenommene Blutmenge so gering wird, daß die Zecken nicht mehr, wie von SMIT und Mitarb. (1977) beschrieben, Haemoglobinkristalle als Langzeitnahrungreserve bilden können.

Bei der Beobachtung des Häutungsverlaufs der Nymphen II und IV fiel mir auf, daß die ersten Zecken einer Gruppe, die sich häuteten, stets relativ kleine Exemplare der jeweiligen Stadien waren. Deshalb war es auch nicht sehr verwunderlich, daß sich trotz der bei den vierten Fütterungen stark verminderten Blutaufnahme im Häutungsverlauf keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Besatzhäufigkeit zeigten. Anscheinend genügt den Zecken eine Mindestmenge Blut, um zur Häutung fähig zu sein, die auch beim vierten Besatz eines Wirtstieres noch aufgenommen wird.

Die Häutung der Nymphen in meinen Versuchen begann etwas später nach den Blutmahlzeiten, als von MANGO und GALUN (1977 a, b) beschrieben. In diesen Arbeiten werden die Häutungen von allen Nymphenstadien abhängig von der Art des aufgenommenen Wirtsblutes dargestellt. Der Häutungsverlauf der Ny I aus meinen Versuchen gleicht dem von Ny I, die an Ratten gefüttert wurden, er beginnt nur 2 Tage später.

Auch der Verlauf der Häutung von Ny II aus meinen Fütterungen ist dem von an Kaninchen gefütterten Ny II von MANGO und GALUN (1977 b) gleich, aber der Beginn ist um 2 Tage verschoben. Ny IV, die ich an Schweinen gefüttert hatte, fingen 4 Tage später als die von MANGO und GALUN (1977 a), zeigten aber den gleichen Verlauf. Die Unterschiede entstanden wahrscheinlich dadurch, daß die Zecken bei verschiedenen Klimata gehalten wurden; im Gegensatz zu 30° C und 55% rel. Luftfeuchte bei meinen Versuchen züchteten MANGO und GALUN (1977 a, b) ihre Zecken bei 28° C und 84% bzw. 28° C und 75 - 80% rel. Feuchte.

Die durchschnittliche Präovipositionsdauer ist ebenfalls in meinen Versuchen um 2 Tage länger und beträgt 15,3 Tage. Die von HOOGSTRAAL (1956) angegebenen 6 - 9 Tage sind wahrscheinlich die Mindestzeit, die nach MANGO und GALUN (1977 a) nur durch Fütterung der Zecken mit Kaninchenblut erreicht wird.

Die durchschnittliche Anzahl der Eier pro Gelege lag mit 135,8 in meinen Versuchen 39% niedriger als bei MANGO und GALUN (1977 a). Allerdings hatten deren Zecken ein doppelt so großes Leergewicht und konnten entsprechend mehr Blut aufnehmen. Um eine eventuelle Verminderung der Oviposition oder Verlängerung der Präovipositionszeit nach mehrmaligem Besatz beobachten zu können, war die Anzahl (30) der weiblichen Adulten in meinen Zeckengruppen zu klein. Die zu den Fütterungen angesetzten Gruppen waren nicht gleichmäßig nach Ny IV, männlichen und weiblichen zusammengesetzt, sondern wurden nach Anzahl aus der laufenden Zucht entnommen.

Das Auftreten von Hautreaktionen vom Soforttyp (Ödemen) bei dritten und vierten infestierten Kaninchen sowie Rötung und Schwellung bei drittbesetzten Schweinen macht, im Gegensatz zu den Ergebnissen von TRAGER (1940), deutlich, was sich durch die verminderte Gewichtszunahme und Blutaufnahme bereits anzeigte, nämlich daß auch gegen den Befall mit der kurzsaugenden Lederzecke *O. moubata* ein Abwehrmechanismus gebildet wird.

Durch den in der Darstellung einer passiven kutanen Anaphylaxie (PCA) geglückten Nachweis von humoralen Antikörpern im Blut eines nur dreimal infestierten Wirtstieres konnte ich die Annahme widerlegen, daß die Saugdauer der verschiedenen Ixodoidea das ausschlaggebende Kriterium für die Ausbildung einer Immunreaktion ist (BALASHOV, 1972). Es darf angenommen werden, daß z.B. in einer Warzenschweinhöhle, die von *Ornithodoros* bewohnt wird, zu jeder Zeit infestationsfähige Stadien vorhanden sind. So wird das in der Höhle rastende Warzenschwein täglich über lange Zeit hinweg von den Zecken befallen. Die Effektivität einer so erworbenen Immunität wird wahrscheinlich sehr viel größer sein als die von meinen Versuchstieren, die nur viermal im Abstand von 3 - 4 Wochen mit *O. moubata* besetzt wurden.

V. Zusammenfassung

Durch mehrmaligen Besatz von Mäusen, Kaninchen und Schweinen mit Entwicklungsstadien der Lederzecke *Ornithodoros moubata* wurde die gegenseitige Beeinflussung von Zecke und Wirt untersucht.

Nymphen I saugten an Mäusen bis zu 5 Stunden, Ny II an Kaninchen 50 - 55 Minuten, Ny IV und Adulte an Schweinen 115 - 150 Minuten (4. Ansatz) lang. Die durchschnittliche Gewichtszunahme lag bei Ny I zwischen 1,7 mg und 1,3 mg, bei Ny II zwischen 7,5 mg und 5,4 mg und bei Ny IV zwischen 50,1 mg und 32,2 mg.

Die Blutaufnahme nahm vom 1. bis 4. Besatz bei Ny I von 6,0 auf 3,8 μ l, bei Ny IV von 132,7 auf 63,6 μ l ab; Ny II saugten 14,6 bzw. 11,8 μ l Blut.

Gleichzeitig erfolgte eine Eindickung des Blutes im Verhältnis von 1:3 - 1:1,8, unabhängig von der Befallshäufigkeit. Die Nymphen begannen jeweils 8 - 10 Tage nach der Blutmahlzeit mit der Häutung. Die adulten Zeckenweibchen legten nach 15 Tagen etwa 140 Eier ab.

Hautreaktionen traten bei Kaninchen nach dem 3. und 4. Besatz in Form von Ödemen, bei Schweinen beim 3. Ansatz als Rötungen und Schwellungen um die Stichstellen auf. Sie gingen jedoch noch während der Blutaufnahme wieder zurück. Sich im Blut von 3 - 4 x mit *Ornithodoros* besetzten Schweinen entwickelnde Antikörper führten beim Kaninchen nach Gabe von Zeckeneitrogenen zu einer passiven kutanen Anaphylaxie.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß Maus, Kaninchen und Schwein bei mehrfachem Besatz mit Lederzecken nur eine geringe Immunität ausbilden.

Seubert, S.: Effects of repeated infestations of mice, rabbits and pigs with Ornithodoros moubata (Murray, 1877)

Summary

Interrelationships between tick and hosts were investigated by repeatedly infesting mice, rabbits and pigs with different instars of the soft tick *Ornithodoros moubata*.

The first nymphal instars fed on mice for up to 5 hours, the second nymphal instars on rabbits for 50 - 55 minutes, fourth nymphal instars and adults on pigs for 115 - 150 minutes (4th infestation).

The average weight-increase showed values of 1,7 - 1,3 mg for Ny I, 7,5 - 5,4 mg for Ny II and 50,1 - 32,2 mg for Ny IV.

The amounts of blood-intake by Ny I decreased successively in the course of the 1st to 4th infestation from 6,0 - 3,8 μ l, those by Ny IV from 132,7 - 63,6 μ l; Ny II sucked 14,6 - 11,8 μ l blood.

At the same time, the blood was concentrated by ratios of 1:3 - 1:1,8 irrespective of the number of infestations.

Rabbits which had been infested 3 or 4 times exhibited skin reactions in form of edemas, while in pigs such cutaneous reactions were characterized with reddish swellings around the attachment sites. A passive cutaneous anaphylaxis was observed in rabbits which were previously injected with antibodies developed in pigs after the 3rd or 4th infestation with *Ornithodoros moubata* when tick-egg antigen was intraveinously applied to these rabbits.

The investigations have shown, that mice, rabbits and pigs are capable of producing weak immune-responses following repeated infestations with soft ticks.

VI. Literaturverzeichnis

1. Arthur, D.R. (1961): Ticks and disease.
Pergamon Press, Oxford
2. Balashov, Yu. S. (1972): Bloodsucking ticks (Ixodoidea).
Vectors of diseases of man and animals.
Misc. Publ. Ent. Soc. Amer. 8, 159 - 376
3. Coudert, J., M.F. Battesti und J. Despeignes (1972):
Un cas d'allergie aux piqûres d'Argas reflexus.
Bull. Soc. Pathol. Exot. 65, 884 - 889
4. Hoogstraal, H. (1956): African Ixodoidea. Ticks of the
Sudan.
Bur. Med. Surg. U.S. Navy 1, 1 - 1101
5. Köhler, G., G. Hoffmann, F. Hörchner und G. Weiland (1967):
Immunbiologische Untersuchungen an Kaninchen mit
Ixodiden-Infestationen.
Berl.Münch.tierärztl.Wschr. 80, 396 - 400
6. Lowell, M.E. (1946): Rat mite dermatitis. Acariasis
caused by the tropical rat mite, Liponyssus bacoti,
Hirst.
Arch. Dermatol. Syphilol. 54, 278 - 280
7. Mango, C.K.A. und R. Galun (1977 a): Ornithodoros moubata:
Breeding in vitro.
Experimental Parasit. 42, 282 - 288
8. Mango, C.K.A. und R. Galun (1977 b): Suitability of
laboratory hosts for rearing of Ornithodoros mou-
bata ticks (Acari: Argasidae).
J. Med. Entomol. 14, 305 - 308
9. Mathysse, J.G., C.J. Jones und A. Purnasiri (1974):
Development of northern fowl mite populations
on chickens. Effects on the host, and immunology.
Search Agriculture 4, 1 - 39

10. Pavlovskii, E.N. und A.K. Stein (1933): Über die Wirkung von *Dermanyssus gallinae* auf die Haut des Menschen.
Z. Parasitenk. 5, 421 - 424
11. Pflugfelder, O. (1977): Zooparasiten und die Reaktionen ihrer Wirtstiere.
Gustav Fischer Verlag, Jena
12. Plowright, W., C.T. Perry und A. Creig (1974): Sexual transmission of African Swine Fever virus in the tick *Ornithodoros moubata* porcinus, Walton.
Res. vet. Sci. 17, 106 - 113
13. Riek, R.F. (1962): Studies on the reactions of animals to infestations with ticks. 6. Resistance of cattle to infestations with the tick *Boophilus microplus* (Canestrini).
Aust. J. Agric. Res. 13, 532 - 550
14. Roberts, J.A. und J.D. Kerr (1976): *Boophilus microplus*: passive transfer of resistance in cattle.
J. Parasit. 62, 485 - 489
15. Rühm, W. (1968): Ein Gerät zum Fixieren von Kaninchen bei Versuchen mit blutsaugenden Simuliiden.
Angew. Parasitol. 9, 41 - 44
16. Shelmire, B. und E. Dove (1931): The tropical rat mite *Liponyssus bacoti*, Hirst, 1914. The cause of a skin eruption of man, and a possible vector of endemic typhus.
J. Amer. Med. Ass. 96, 579 - 584
17. Smit, J.D.G., O. Grandjean, R. Guggenheim und K.H. Winterhalter (1977): Haemoglobin crystal in the midgut of the tick *Ornithodoros moubata* Murray.
Nature 266, 536 - 538
18. Trager, W. (1939): Acquired immunity to ticks.
J. Parasit. 25, 57 - 81
19. Trager, W. (1940): A note on the problem of acquired immunity to argasid ticks.
J. Parasit. 26, 71 - 74

20. Theis, J.H. und P.D. Budwiser (1974): *Rhipicephalus sanguineus*: Sequential histopathology at the host-arthropode interface.
Experimental Parasit. 36, 77 - 105
21. Weiland, G. und C.J. Emokpare (1968): Zur Brauchbarkeit der Komplementbindungsreaktion zum Antikörpernachweis bei Zeckeninfestationen.
Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 81, 15 - 16
22. Winston, B.W. und D.H. Bates (1960): Saturated solutions for the control of humidity in biological research.
Ecology 41, 232 - 237.

Lebenslauf

Am 27.7.1947 wurde ich als drittes Kind des Regierungsassessors Dr. Otto Seubert und seiner Ehefrau Wiltrud, geborene Aschenbrenner, in Unterwössen, Kreis Traunstein geboren.

Nach dem Besuch von Volksschule und Realgymnasium Augsburg bestand ich im Juni 1966 die Reifeprüfung. Im Wintersemester 1966/67 begann ich an der Ludwig-Maximilians-Universität München das Studium der Tiermedizin, legte hier am 15.10.1971 das tierärztliche Staatsexamen ab und erhielt am 11.2.1972 die Bestallung.

Vom 17.7.1972 bis 31.8.1973 arbeitete ich als Verwalter der Dienstgeschäfte eines wiss. Assistenten am Institut für Tierhygiene der Universität München. Von September 1973 bis August 1977 war ich als Assistent und Vertreter in Großtierpraxen tätig.

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. J. Boch danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und die ausgezeichneten Arbeitsbedingungen im Institut.

Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Dr. Centurier für die jederzeit gern gewährte Anleitung bei der Anfertigung meiner Arbeit.

